



**MAGYAR
FÖLDRAJZI NAPOK
2016**



EGER, 2016. AUGUSZTUS 25–27.

KONFERENCIAKÖTET

VIII. MAGYAR FÖLDRAJZI KONFERENCIA

**XVI. GEOGRÁFUS DOKTORANDUSZOK
ORSZÁGOS KONFERENCIÁJA**

**OKTATÁS-MÓDSZERTANI ÉS FÖLDRAJZTANÁRI
KONFERENCIA**



WWW.FOLDRAJZINAPOK.HU



**MAGYAR
FÖLDRAJZI NAPOK
2016**

KONFERENCIAKÖTET

VIII. MAGYAR FÖLDRAJZI KONFERENCIA

**XVI. GEOGRÁFUS DOKTORANDUSZOK
ORSZÁGOS KONFERENCIÁJA**

**OKTATÁS-MÓDSZERTANI ÉS FÖLDRAJZTANÁRI
KONFERENCIA**

EGER, 2016



TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG

Elnök: Kertész Ádám

Titkár: Mika János

A bizottság tagjai: Gábris Gyula, Lóczy Dénes,
Mezősi Gábor, Patkós Csaba, Süli-Zakar István

SZERVEZŐBIZOTTSÁG

Elnök: Pajtókné Tari Ilona

Titkár: Tóth Antal

A bizottság tagjai: Ruszkai Csaba, Ütőné Visi Judit,
Mohai Andrea

RENDEZVÉNYMENEDZSMENT: Heiling Média Kft.



ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM

Cím: 3300 Eger, Eszterházy tér 1.

Honlap: uni-eszterhazy.hu



MAGYAR FÖLDRAJZI TÁRSASÁG

Cím: 1112 Budapest, Budaörsi út 43-45.

Honlap: www.foldrajzitarsasag.hu

E-mail: info@foldrajzitarsasag.hu



AGRIA GEOGRÁFIA ALAPÍTVÁNY

Cím: 3300 Eger, Leányka utca 6.

Honlap: www.agriageografia.hu

ISBN 978-615-5297-76-2

Kiadja az Eszterházy Károly Egyetem, a Magyar Földrajzi Társaság és az Agria Geográfia Alapítvány

Szerkesztők: Pajtókné Tari Ilona–Tóth Antal

Technikai szerkesztők: Tóth Antal–Csabai Edina Kitti–Katona Ildikó–Kürti Livia–Rázsi András–Utasi Zoltán

Címlapterv: Heiling Zsolt

Címlapfotó: Szántó György

Copyright © Eszterházy Károly Egyetem © Magyar Földrajzi Társaság © Agria Geográfia Alapítvány

LÖSZ- ÉS LÖSZSZERŰ ÜLEDÉKEK KÉPZŐDÉSE TENERIFE SZIGETÉN (KANÁRI-SZIGETEK)

KIS ÉVA¹ – SCHWEITZER FERENC²

¹ Tudományos főmunkatárs, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, kis.eva@csfk.mta.hu

² Professor emeritus, MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, schweitzer.ferenc@csfk.mta.hu

Abstract

Sediments formed by mixing dust of Saharan origin with local weathered pyroclastic rocks were investigated using granulometric analyses for environmental reconstruction in the section at Bandas del Sur, on the south-eastern part of Tenerife, Canary Islands. The analyses were aimed to determine the character of these sediments and the circumstances of their formation.

With the applied method of environmental evaluation loessial materials and layers affected by pedogenesis were identified in the studied surroundings, hitherto largely neglected by researchers.

Similar loessial sediments had not been described on Tenerife. There were determined parameter values for the sediments identified as weathered pyroclastic surface deposits formed in the course of colluvial processes and subsequently mixed with Saharan dust. Environmental conditions, past climate change and character of sea level oscillations had also been studied.

The sedimentary parameters of the at Bandas del Sur section have been determined by environmental-discrimination proxies. These are traditional sedimentary parameters: So, K, Sk, Md, CaCO₃ content, percentage of clay, silt, loess and sand fractions, and our newly introduced indices (fineness grade F_G and degree of weathering: K_d). Of the other isles fluvio-lacustrine deposits have been identified on Gran Canaria and colluvial loess on Lanzarote.

Parameter values were used to characterize: a paleosol developed upon phonolite lava dated 2–3,5 Ma, the overlying ignimbrite sequence, upward sediments affected by pedogenesis upon alkalic basalt lava, a series of sediments formed upon parent rock formed on three ignimbrites and cover sediments containing two alkalic basalt lavas affected by pedogenesis with tuff and breccia interbeddings.

Keywords: environmental reconstructions, loess, paleosol, Tenerife, Canary Islands

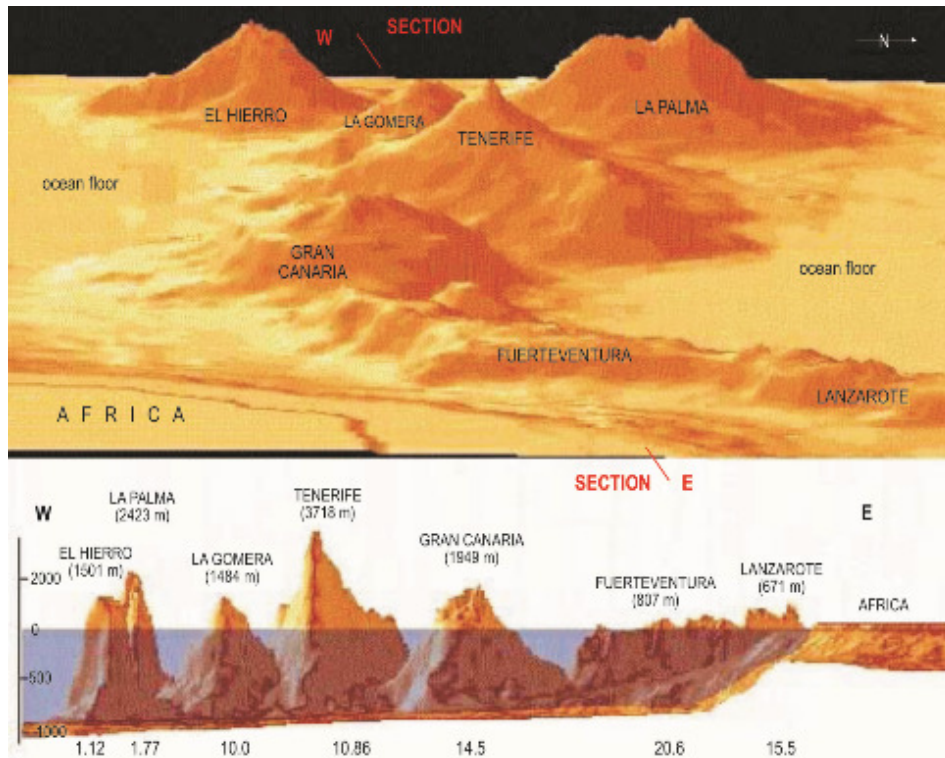
Bevezetés

Feltárásunkban löszszerű és talajosodott üledékeket vizsgáltunk a kanári szigetek (1. ábra) Tenerife (1. kép, 2. kép) DK-i részén, Bandas del Sur környezetében granulometriai kiértékelő módszer segítségével. Vizsgálatunk célja az volt, hogy ezen egységes, üledék földtani kiértékelő módszer segítségével jellemezzük az üledékeket és a kapott értékmutatók alapján próbáljunk következtetni azok milyenségére és kialakulási körülményeikre.

Ezen üledékek lényegesen eltérnek az általunk eddig végzett vizsgálatoktól. Ennek oka nem csak az éghajlati különbségekben rejlik, hanem abban is, hogy vulkáni piroklaszt közetek, azok mállásával alakultak ki Afrikából származó por elkeveredésével. A porleülepedés és így a löszszerű anyagok és talajosodott üledékek képződése napjainkban is folytatódik (3. kép). Azonban ez az ún. afrikai por sem egységes. Részben a saharai homoksivatagok és a Nyugat-Atlasz különböző részei poranyagából, részben pedig az afrikai ún. „periszaharai lösz” anyagából származik. A Ny-Kanári szigetek, így Tenerifén is ehhez még hozzájárulnak a K-Kanári szigetek – Lanzarote és Fuerteventura – homokbuckáinak és löszszerű rétegeinek felemelt és Tenerifére, ill. Gran Canariára áttelepített, esetleg többszörösen áttelepített üledékei.

A sziget éghajlatában megnyilvánuló periodicitás – a száraz és nedves félév váltakozása – az üledékek leülepedésében is megmutatkozik. Rétegzettségük így nem éves, hanem féléves

POSZTERSZEKCIÓ



1. ábra: A Kanári szigetek. CARRACEDO, J. et al. www.mantleplumes.org/Canary.html



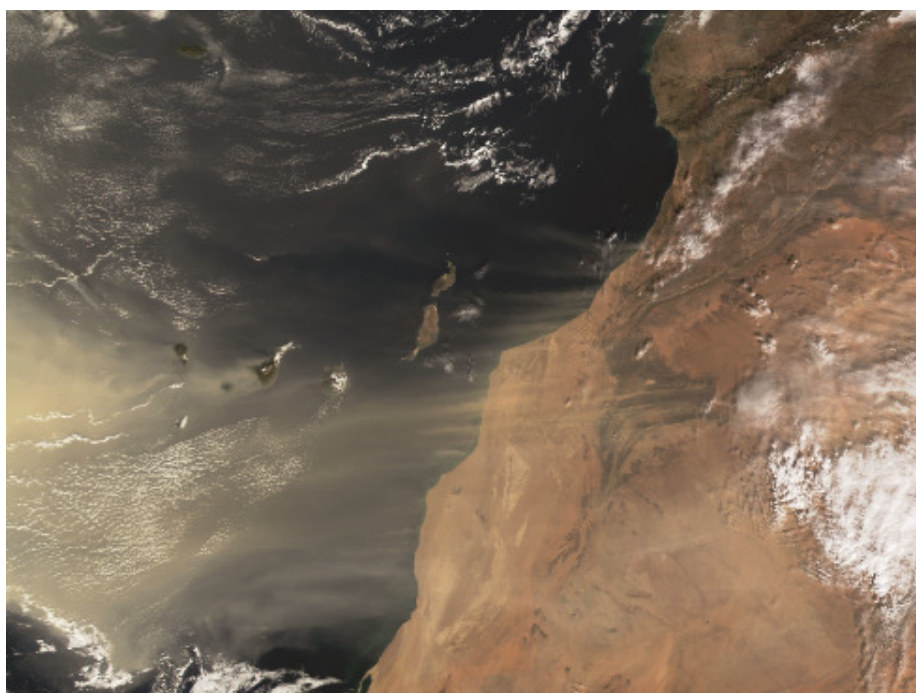
1. kép: Tenerife szigete, középen a sztrатовulkán legmagasabb csúcsával (Pico del Teide, 3718 m) http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/8c/Tenerife_LANDSAT-Canary_Islands.png

periódusokat tükröz. Érezhető a tenger és a szárazföld eltérő felmelegedéséből adódó különbség is a nyári és a téli monszunban, a nyári száraz ÉK-i és a téli nedves afrikai, szaharai passzátnak. Az üledékek fél éves leülepedési periódusai a Kanári-szigeteken éppúgy kimutathatók, mint pl.

Kínában, a nyári és a téli monszun különböző felmelegedési időszakai következményeként.



2. kép: A Tenerifét felépítő vulkáni üledékek (Fotó: Schweitzer F.)



3. kép: Afrikai por befűvése a Kanári-szigetekre

<http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=1169>

A sziget-csoport Lanzarote szigetén írt le és vizsgált vöröses agyag és löszszerű sárgás üledékeket VON SUCHODOLETZ, H. et al. (2009). Őstalajokat, löszszerű kolluviális rétegeket és talajosodott üledékeket/kolluviumokat különített el egymástól.

Gran Canaria szigetén fluvio-lakusztikus löszös üledéket írt le (60–90%-os szilt tartalommal) MENÉNDEZ, I. et al. (2009). Vizsgált területén az üledékeket fluviális folyamatok telepítették át. Véleményük szerint a nedves időszakokban meszes lemezezettség alakult ki, a száraz időszakokat a kiszáradás és a „száraz” talajok (karbonát kicsapódás) kialakulása jellemezte.

Kutatási téma

Új, egységes granulometriai kiértékelő és összehasonlító módszert dolgoztunk ki a negyedidőszaki üledékek egységes feldolgozására és a lösz típusok régiókénti osztályozásával megteremtettük azok igen pontos, azonos módszerrel történő jellemzésének és összehasonlíthatóságának feltételeit. A módszert Magyarországon ez idáig csak munkacsoportunk alkalmazta a negyedidőszaki (lössös és lösszerű) üledékek egységes vizsgálatára.

Az eredmények kiértékelésével lehetőség nyílik az eddigieknél jóval több és gyorsabb információ megszerzésére a vizsgált területek fejlődéstörténetéről (a lössök ülepedésének ökoszisztémái viszonyairól, a földrajzi környezetben bekövetkezett változásokról), az utóbbi 2 millió év éghajlatváltozásairól, a jégkorszak alatt bekövetkezett klímaváltozásokról, a felmelegedési és lehülési maximumok kimutatásáról és a löss régiók szelvényeinek ezen módszerrel történő összehasonlító vizsgálatáról.

E módszer alkalmazásával jellemezzük a negyedidőszaki üledékeket, s így módon következtetéseket kísérünk meg levonni az üledék felhalmozódás dinamikájának változásaira, ill. a hasonló módon jellemezhető rétegek egymással történő lokális párhuzamosítására vonatkozóan. Együtt alkalmazzuk és ábrázoljuk a hagyományos üledékföldtani paramétereket (S_o , K , S_k , M_d) a Magyarországon általunk bevezetett 2 új környezetjelző mutatószámmal – finomsági fokkal (FG) és mállási indexszel (K_d) – valamint a $CaCO_3$ -tartalommal és az agyag-, iszap, löss- és homok %-os részesedése változásával.

A mutatószámok kapott paraméter-értékei alapján vizsgáljuk azok együttes, környezetjelző szerepét. A kapott értékek alapján kísérletet teszünk a szelvényen belüli granulometriai változások megismerése során a nagyobb litológiai egységek, az üledékképződési szakaszok, az esetleges üledékhiátusok kimutatására, a homogénnek látszó rétegeken belüli és az azonos genetikájúnak vélt rétegek közötti változások kimutatására a lössös üledékek összehasonlíthatósága, párhuzamosíthatósága, ösföldrajzi következtetések levonása céljából.

Táblázatunk (*1. táblázat*) tartalmazza a két új mutatószámot, a finomsági értéket (F_G) (az üledékek egymástól történő pontos elhatárolása, az ösomborzat rekonstruálása, következtetés a lössképződés helyére az F_G %-os növekedéséből, ill. csökkenéséből, következtetés a szélirányra és a viszonylagos szélsőségre a lössképződés idején) és a K_d -indexet (a mállás foka, a rétegsorokon belüli felmelegedési és lehülési maximumok kimutatása), valamint a hagyományos értékeket, az osztályozottsági értéket (S_o) az üledékek származása elkülönítésére, a csúcossági értéket (K) a löss- és talajhatárok éles elkülönítésére, az aszimmetria-fokot (S_k) a feltöltődő és a lepusztuló részterület elkülönítésére. (Az M_d mutatószám értékeit táblázatban már nem részletezzük, mivel számunkra a mellette ábrázolt FG értékek a szemcseméret változásairól lényegesen több és megbízhatóbb információt jelentenek.

Földrajzi viszonyok

A Kanári szigetek az É-i szélesség $27^{\circ}37'$ és $29^{\circ}23'$, valamint a Ny-i hosszúság $13^{\circ}20'$ és $18^{\circ}16'$ között terülnek el. A sziget-csoport (*1. ábra*) részei: Tenerife, Fuerteventura, Gran Canaria, Lanzarote, La Palma, Gomera és Hierro, valamint kisebb szigetek. A szigetek az afrikai és az

POSZTERSZEKCIÓ

1. táblázat: A Bandas del Sur-i feltárás granulometriai paraméter-értékei (KIS É., SCHWEITZER F.)

Megnevezés	FG (finomsági fok)	Kd (mállási fok)	M _d mm (közepes szemmagyság)	So (osztályo- zottság)	K (kurtózis)	Sk (ferdeség)
Östalaj (fonolit láván képződött)	73.12–85.84	1.14–1.17	0.016–0.023	3.16–3.72	0.15–0.23	0.24–0.27
Talajosodott üledék (alkáli bazalton képződött)	64.28–70.23	1.74–1.83	0.041–0.140	6.73–6.84	0.46–0.51	0.81–1.37
Löszös üledék (talajosodott üledéksoron képződött)	56.21–64.89	1.12–4.49	0.023–0.057	2.26–3.15	0.23–0.28	0.12–0.18
Löszszerű üledék I. (mállott, horzsaköves alapkőzetten szaharai por elkeve-redésével)	58.09–60.02	2.45–4.47	0.027–0.187	5.66–5.82	0.36–0.38	0.42–0.47
Löszszerű üledék II. (mállott, lapillis alapkőzetten szaharai por elkeveredésével)	60.02–62.40	2.72–3.15	0.027–0.028	2.59–2.78	0.39–0.42	0.17–0.22 0.41–0.49
Löszszerű üledék III. (mállott breccsás alapkőzetten szaharai por elkeveredésével)	57.13–63.09	2.49–3.33	0.027–0.085	1.37–1.48	0.36–0.43	0.32–0.57
Talajosodott üledék (felsőbb alkáli bazalton képződött)	63.32–71.14	1.68–1.73	0.04–0.06	6.01–6.11	0.49–0.55	0.34–0.38

óceáni lemez peremén helyezkednek el. Központi részén található Tenerife, (1., 2. kép) 300 km-re a szaharai partoktól. A sziget kb. 97 km hosszú, szélessége 16 és 48 km között változik. Tenerife a Kanári-szigetcsoporthoz és az egész atlanti-óceáni térség legmagasabb pontja a Pico del Teide (3718 m). Maga a Tenerife név „hóval fedett hegyet” jelent.

A szigetek kialakulása

Az új kutatási eredmények alapján megerősítést nyer, hogy a bazaltok kora a Kanári-szigeteken Ny-ról K-re egyre fiatalodik. Az abszolút kormeghatározási adatok egybeesnek a HESS, P.C. (1992) által elképzelt elmélettel (SCHMINKE, H.U. 1976 alapján), amely szerint a szigetek aljzata a Közép-Atlanti-hátságtól szétterülő óceáni aljzat.

A kontinens/óceán lemezhatáron mintegy 10 km vastag üledék halmozódott fel, amely később „óceánizálódott”. Jelentős a különbség az óceáni kéreg kora (mintegy 180 millió év, jura) és a legtöbb vulkanit között a szigetekeken (mintegy 20 millió év, miocén). Figyelemmel kell lenni a Közép-Atlanti-hátságból futó kereszttröreségekre is. E tröreségek merőlegesek a hátságra és a kontinentális lemezekben folytatódhatnak. A feltételezések szerint a kanári vulkanizmus a Dél-Atlasz törés folytatása és az afrikai szárazföldi és az óceáni lemez találkozása mentén jött létre. K-ról Ny-ra fokozatosan fiatalodik. A szigetek fejlődését a forró pont (hot spot) elmélettel lehet

megvilágítani, amely szerint a földköpeny nagy mélységéből konvekciós áramlások emelkednek fel (= intraplatte vulkanizmus).

VIÑUELA, J.M. (www. Mantle Plumes.org.) szerint a Kanári-szigetek jura óceáni kéreg és az afrikai kontinentális kéreg peremén, egy törésvonal mentén tektonikus lemezen alakultak ki. Az emelkedő hegylánc anyaga a felső köpenyből származó *függőlegesen leülepedett* anyagból származik.

Az első *alkáli magmás* megnyilvánulás ezen a *forró ponton* Fuerteventura szigetén a felső krétában (~ 70 Ma), a tenger alatti vulkanizmus az eocén–oligocénben (~ 39 Ma) és a felszíni vulkanizmus a miocénben (~ 20,6 Ma) kezdődött el.

A vulkáni szigetek forró ponttal („hot spots”) kapcsolatos tengeri és tenger alatti fejlődési szakaszai (WALKER, G.P.L. 1990) a következők:

Tenger alatti vulkanizmus

A Kanári-szigeteki vulkanizmus magában foglal tenger alatti (submarine stage és emergent stage) és felszín feletti fejlődési szakaszokat. A felszín feletti a pajzsképződés (shield building stage), majd a romosodó állapot (declining stage), a lepusztuló (erotional stage) és a megújulási szakasz. Négy sziget – Fuerteventura, Lanzarote, Gran Canaria és Tenerife – van a megújulási fázisban, La Gromera a lepusztulási és La Palma, ill. El Hierro pedig a romosodó szakaszban. Általánosan elfogadott vélemény, hogy az óceáni forró pont „hot spots” vulkanizmus anyaga a köpeny anyagából származik. A Kanári-szigetek felszíni vulkanizmusának kora (CARRACEDO, J.C. et al. 2002): Fuerteventura 20,6 Ma (megújulási szakasz), Lanzarote 15,5 Ma (megújulási szakasz), Tenerife 11,6 Ma (megújulási szakasz), Gran Canaria 14,5 Ma (megújulási szakasz), Gromera 12,0 Ma (lepusztulási szakasz), El Hierro 1,12 Ma (pajzs vulkán szakasz) és La Palma 1,77 (pajzs vulkán szakasz).

Felszín feletti vulkanizmus

A felszín feletti vulkanizmus ANCOCHEA, E. et al. (1990) szerint 4 nagyobb csoportba osztható a Kanári-szigeteken: 1. „*régi bazalt sorozat*” (11,6–3,3 Ma), valószínűleg egymástól külön álló vulkán együttesek: ÉNY-on a Teno, ÉK-en az Anaga és D-en a Roque del Conde, K/Ar alapján felső miocén és alsó pliocén korúak; 2. vulkáni működés szünetelése 1,9 Ma-ig, addig a központi Cañadas Vulkán régi szerkezetének feldarabolódása, Ma 1,89 és 0,13 Ma év között Cañadas sorozat I. és II., több ciklusban trachit, fonolit és bazalt kiömlés; 3. kisebb bazalt kitörés 0,9 Ma évtől a történelmi időkig a Cañadas és Anaga közötti háton DNY–ÉK-i irányban kisebb kitörések; 4. 0,17 és 0,13 Ma év között a „Caldera” keletkezése a Cañadas Vulkán egy része óriási hegycsuszamlás során eltűnt. Utána a calderán belül a Teide-Pico Viejo új központo vulkán felépülése (bazalt, trachit, fonolit).

A jelenlegi geokronológiai adatok szerint a *Cañadas környezetében* – mintaterületünkénél – az utolsó 2 millió évben 4 *piroklasztikus fázist* lehet elkülöníteni: (HUERTAS, M.J. et al. 2002) 1. a San Juan de la Rambla fázis (~ 2 Ma év), É-Tenerife irányába (ANCOCHEA, E. et al. 1999); 2. *Adeje fázis* (1,5–1,8 Ma); 3. Las Américas phase (1,1–0,9 Ma) az összes piroklasztikus agyag a La Bentrana és Arico ignimbrit között; 4. *Bandas del Sur* fázis (0,7–0,15 Ma) a sziget DK-i része.

A domborzat

A Kanári-szigetek felszíni formáit a kis területen belüli sokszínűség jellemzi. A szigetcsoporthoz felszíni formái kialakulásában döntő szerepet játszik a vulkanizmus, a szél- és a folyóvízi, valamint a tengeri abrázációs tevékenység. *A szigeteket felépítő kőzetei, főként a bazaltok, a fonolitok és a riolitok.* Aktív a vulkáni tevékenység Tenerifén, Lanzarottén és a La Palmán is. Legmarkánsabb vulkáni képződmények a vulkáni kúpok különböző nagyságú nagy kaldérákkal, a lávamezők és a bazalt platók. *A völgyek* alaptípusát a mélyen bevágódó, részben radiálisan futó „barranco”-k képezik. Megtalálhatók a széles, teknő alakú völgyek, a valles’ek is, valamint a nagyon széles, árokszerű, számos eróziós árokkal szabdalts mélyedések.

A tengerpartok túlnyomórészt meredek. A Ny-i oldalon a több mint 100 m magas, meredek tengerpartok nem számítanak kivételeknek. Ezzel szemben a kimondottan lapos partok ritkák. A sziget D-i részén ezek viszonylag gyakrabban fordulnak elő.

Tenerife legidősebb régiói részei a *Teno-, az Anaga- és részben az Adeje–Lorenzo-hegyvidék.* A mállás és az erózió itt különösen mély völgyeket alakított ki. Több száz méteres meredek bazaltfalak is előfordulnak. A heves esők és a harmadidőszak óta tartó hosszú eróziós időszak miatt különösen jellemző tájak a barrancok. A Teide és a partok közötti tetemes magasságkülönbség még inkább felerősíti *az eróziós folyamatok hatását.*

Az Anaga-hegyek

Mivel hiányoznak a felvidékek, a vulkáni kúpok és a kráterfalak, É és D felé számos barranco által mélyen bevágott hosszú hát alakult ki. E hátak részben alpini formáknak tűnnek.

Teide és a Cañadas

A „Király-hegy” a Pico de Teide az egész szigetcsoporthoz látszik. 3717 m-es csúcsa az erdőhatár fölé emelkedik. A kúpot télen hetekig hó borítja. A szabályos kúp rétegvulkán. É felé a vidék meredeken esik. A Teide DNy-i oldalán a Pico Viejo (3102 m) emelkedik. A Pico de Teide körül húzódik 20 km hosszú félkörívben egy sajátos hegység-perem, a Las Cañadas del Teide. A tájat széles lávamezők uralják.

Bandas del Sur-ban 3 egymástól elválasztó ciklus eróziós hiátusát lehet megállapítani (BRYAN, S.E. et al., 1998b, 2003). Ezek összesen 15 piroklasztikus egységből állnak (östalajok, üledékek, eróziós hiátusok és kis „fallout” üledékek (a hamufelhők vulkáni anyagának leülepedése).

Az aricoi ignimbrit kisméretű plíniusi kitörések hullópor- és -árfolyás terméke. A hulló anyag kicsi területen ülepedett le. A leülepedett piroklasztikus árák anyagai egymástól jól elkülöníthetők. A *Bandas del Sur*-ban található területen szinte csak piroklasztikus üledékek találhatók, lávaárak nem. Ezek a piroklasztikus üledékek többnyire fonolitos, vagy trahifonolitos összetételűek (RODEHORST, U. et al. 1998) és a Las Cañadas vulkánból származnak, ami 3,3 millió éve aktív (BRYAN, J.S.E. et al. 1998b). Az aricoi ignimbritet „összehegesztett” ignimbritként jellemezték (FRITSCH, K.–REISS, W. 1968). Ők ismerték fel, hogy az ignimbritnek ez a fajtája a tufák és a lávaárak tulajdonságait egyesíti. Ezt a fajta ignimbritet kutatta SCHMINCKE, H.-U.–SWANSON, D.A. (1967); RIDLEY, W.I. (1971) és ALONSO, J.J. et al. (1988). BROWN, R.J. et al. (2003) ellenezte ezt a véleményt.

A vizsgált feltárás

Vizsgált feltárásunkban (4. kép) fonoliton és alkáli bazalton kialakult vulkáni talajosodott üledékeket, azokon képződött löszöket, valamint a különböző piroklasztikus anyagok mállása és szaharai por hozzákeveredése során keletkezett löszszerű üledékeket tanulmányoztunk a sziget DK-i részén, Arico környékén. Legidősebb koradat feltárásunkban a legalsó üledék, a fonolit kora, 2–3,3 Ma (MARTÍ, J. et al. 1994), ill. az arico ignimbrit kora, K/Ar: $0,65 \pm 0,03$ Ma (ANCOCHEA, E. et al. 1990), $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: $0,61 \pm 0,09$ (BRYAN, S.E. et al. 1998). Ismerjük a környéken a legidősebb ignimbrit, a La Brentana korát is, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$: $1,44 \pm 0,12$ Ma és isochron kor: $1,50 \pm 0,17$ Ma (ALONSO, J.J. 1988). A feltárás üledékeinek jelentős része a Cañadas vulkán piroklasztikus folyamatai során keletkeztek a Bandas del Sur fázisban 0,7–0,15 Ma között (HUERTAS, M.J. et al. 2002).



4. kép: Vizsgált feltárásunk Bandas del Sur környékén (Fotó: Schweitzer F.)

Feltárásunk legalsó részét a Las Cañadas vulkán fonolitja képezi (5. kép, 2. ábra, 3,5–2 Ma, MARTÍ, J. et al. 1994). E fölött jelentős eróziós hiátus található, majd egy őstalaj következik,



5. kép. Fonoliton kialakult alsó talaj (Fotó: Poór I.)

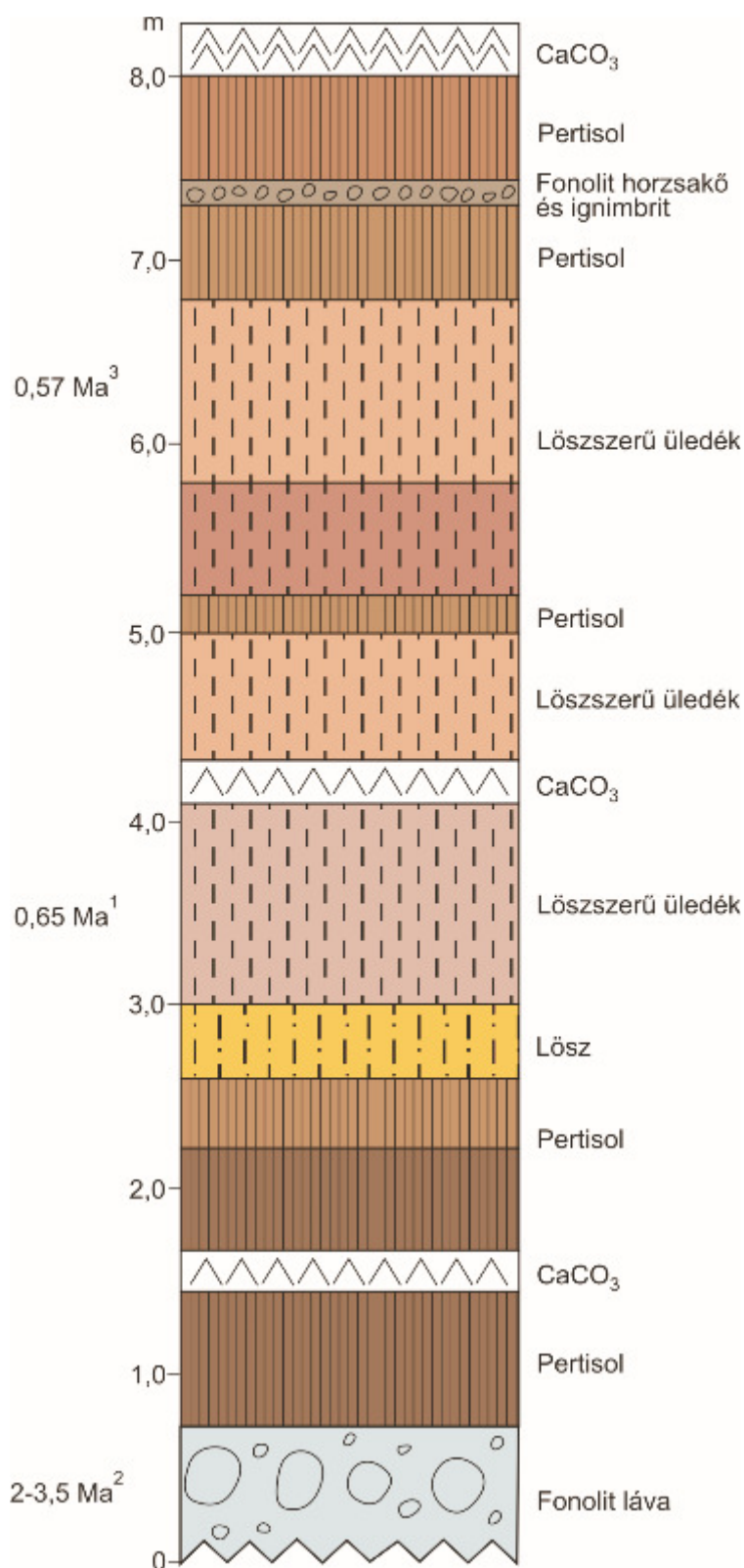


6. kép Alkáli bazalt láván kialakult talaj (Fotó: Poór I.)

amit 2 tufaréteg (6., 7. kép) – közöttük egy fonolitos horzsakőlapilli szinttel – választ el a felette lévő, alkáli bazalton kialakult (alsó- és felső részből álló) talajosodó rétegtől. Felszínén egy löszréteg húzódik (8. kép).

A lösz és talajosodott réteg fölötti, *első löszszerű üledékeket* tartalmazó sorozat 2 jól osztályozott hamuréteg és 2 horzsaköves réteg, „fallout” üledékből (hamufelhőből kieső vulkáni darabok) mállása és szaharai porral történő keveredése során alakult ki (9. kép). A réteg fölött jelentős eróziós hiátus mutatható ki.

A második löszszerű üledékeket tartalmazó sárgás, homok színű egység alapkőzete a lapilli. E réteg fő jellemzője a benne lévő akár 40 cm nagyságú világos zöld horzsakövek. A kövek minél



2. ábra: A Bandas del Sur-i feltárás (SCHWEITZER F., KIS É.)

Atlanti óceán egész évben szubtrópusi magasnyomású területe, az Azori magasnyomású térség, az Azori anticiklon területe. Ez azonban az év folyamán változtatja a helyzetét, bár többnyire az azori–, madeirai–kanári sávban található. Nyáron az ÉK-i passzát ezen – azori – magasnyomású

kisebbek, annál erősebben zeolitosodtak. Feltűnőek benne a nagy kiesett horzsakövek helyei is. E zeolitosodott lapilli réteget a felette húzódó breccsa jól leerodálta. E helyen, a kék üledékképződési szakasz határán jelentős üledékhiátus mutatható ki (10. kép).

A harmadik lösszerű üledékeket tartalmazó szakasz vizet tartalmazó leülepedett rétegek feletti fekete és zöld horzsaköveket tartalmazó breccsával kezdődik (9. kép: a lapilli réteg fölötti üledékek). Ezen hamu, majd egy piroklasztik áron kialakult talajosodott réteg húzódik. Azon horzsakő réteg, majd ismét piroklasztik áron kialakult talajosodott réteg és 2, mintegy 30 cm vastagságú hamuréteg mutatható ki (8., 9. kép).

A szigetek éghajlata

A szigetek éghajlatát az É- és D-Atlanti – a mérsékelt és a trópusi éghajlatot – elválasztó sáv, illetve a szaharai és az atlanti hosszanti éghajlati zóna találkozási határozza meg. Döntő szerepe 3 féle légáramlásnak, 1. a trópusi óceáninak, 2. a sarki óceáninak és 3. a szárazföldi szaharainak van. Az éghajlat ritmusos, kb. fél éves periódusok (nyári és téli) váltják egymást. Nyáron a trópusi óceáni,

télen a szárazföldi szaharai és a sarki óceáni van túlsúlyban. A szigetektől ÉNy-ra található az É-



7. kép: A felső talaj az alatta levő tufaüledékekkel és breccsával (Fotó: Kis É.)



8. kép: Lösszerű üledék talajosodott alkáli bazalton (Fotó: Poór I.)

területének van döntő hatása. Télen azonban megváltozik e magasnyomású légkör helyzete és erőssége is és betörnek vagy az óceáni sarki légtömegek vagy a nedvesebb trópusi levegő és ez hatalmas esőzésekhez vezet. Ha az azori magasnyomású öv keletre települ át, akkor a szigetek az afrikai kontinens éghajlati hatása alá kerülnek.

A szigetek éghajlata periodikus, a monszun érezteti hatását. *Éghajlatát a nyári száraz félévben az ÉK-i passzát azori magas nyomású övének túlsúlya határozza meg, amely az É. sz. 30°-ig is felhúzódik.* Nyáron 90–95%-os gyakorisággal ez a szél fúj. A passzátok általában szárazak és csapadékszegények. A szigeteken azonban ezek a szelek mégsem olyan csapadékszegények, mivel az óceán fölött nedvességet vesznek fel, a hegyláncoknál felemelkedésre kényszerülnek, hőmérsékletük lecsökken és megindul a felhőképződés. *A téli nedves félévben az azori magas*



9. kép: Horzsaköves réteg mállása és szaharai porral történő keveredés során kialakult löszszerű üledék az alsó dupla talaj felett (Fotó: Schweitzer F.)

nyomású öv helye és erőssége változásának megfelelően tengeri sarki légtömegek, vagy nedves trópusi légtömegek is benyomulhatnak. E félévben a monszunnak kisebb a jelentősége, ekkor döntő hatásuk a szárazföldi nedves szubtrópusi légtömegeknek, a szaharai szeleknek van ezen légrétegek egy része É felé fordulásával az afrikai kontinens Ny-i peremén, ORTIZ, J.E. et al. 2006 (NICOLSON, S.E. 1996 és MORENO, A. et al. 2001 alapján).

Az éghajlat változása és az Afrikából történő porszállítás jellege és mennyisége azért fontos számunkra, mert a tenerifei löszös és löszszerű anyagok poranyagát a Szaharából fújta és fújja ki jelenleg is a szél, részben az ÉK-i passzát, részben a sarki óceáni és a szárazföldi szaharai szél. A Szaharából kifújó por eljuthat több ezer km távolságra is, így pl. a Karib térség korallzátonyaira is (10. kép). A szaharai por nagy mennyiségben felhalmozódik az óceán aljzatán is, azok a mélyfúrásokban kimutathatóak. Az óceán aljzatán lerakódott porüledék egy része a glaciálisok idején történő tengerszint csökkenések következtében a szigetek menti

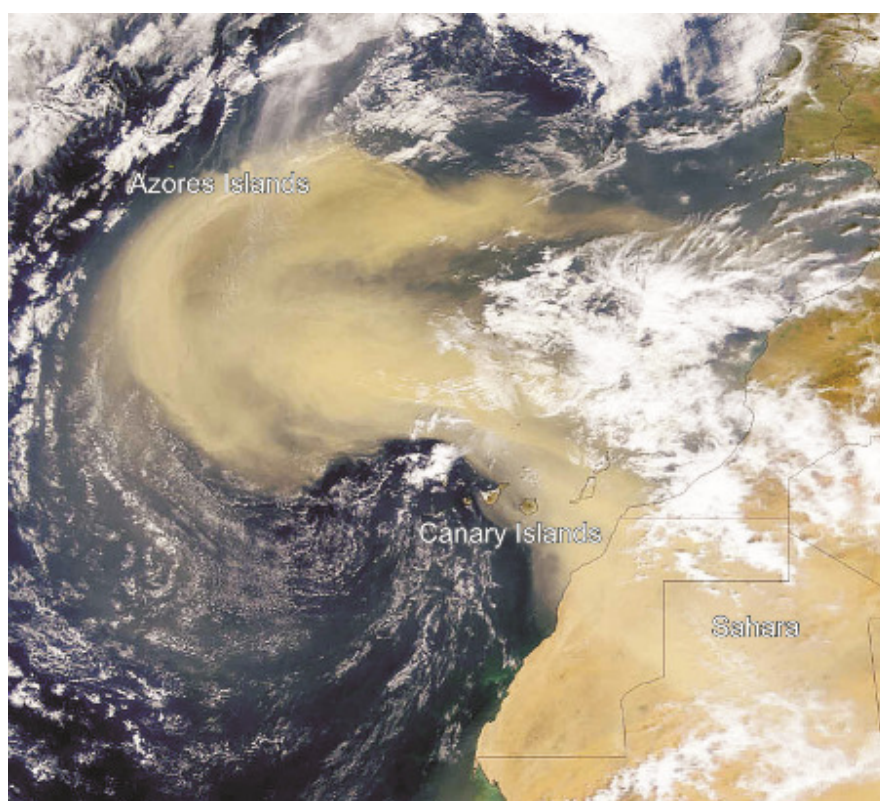


10. kép: Lapilli mállása és szaharai por keveredése során kialakult löszszerű üledék a kép alsó részén (Fotó: Kis É.)

selfterületeken a felszínre kerülnek, amit a légáramlatok újra tovább szállítanak és áttelepítenek a szigetek középső részeire. Az üledékek többszörösen települnek át. Ezen okok miatt fontos a paleotengerszint-változások megközelítő ismerete.

A por szállítása

A por szállítása. A szaharai port nyáron az ÉK-i passzát (11. kép), télen a szaharai légtömegek szállítják. Nyáron a port a szaharai légtömegek É-i része szállítja kb. 1500–5500 m magasságban a Kanári-szigetektől É-ra. Így az anyag vízszintesen áramlik a troposféra alsó részében, amelyet az ÉK-i passzát a szigetek irányába szállít (KOOPMANN, B. 1981; BOZZANO, G. et al. 2002). Végül a por vagy száraz, vagy nedves területen rakódik le (CRIADO, C.–DORTA, P. 2003; MENÉNDEZ, I. et al. 2007). Télen a por a Calima esemény során alacsony magasságokban, kb. 0–1500 m-es magasságban szállítódik a szigetekre. A calima szelek szárazföldi afrikai passzát szelek (Harmattan) az atlanti ciklonokat elterelik Ny-i irányba, a Kanári-szigetekre (CRIADO, C.–DORTA, P. 2003).



11. kép. A szaharai port szállító ÉK-i passzát

<http://www.phys.unsw.edu.au/~jbailey/planets/dust.html>

A por éppúgy leülepedik az óceán aljzatán, mint a szigetek.

A kanári-szigeteki mélytengeri vizekben vizsgálták a 3 év alatt leülepedett részecskéket (European Station for Time-series in the Ocean, Canary Island). NEUER, S. et al. 1997 szerint a részecskék lerakódása nagyon szezonális, a lerakódás maximuma a tél végi, kora tavaszi időszakokban jelentkezett. A részecskék többsége bazaltból, különböző ásványi anyagokból és karbonátokból, valamint hatalmas mennyiségű szerves anyagból állnak. A süllyedő üledékekben lévő ásványi anyagok afrikai sivatagi területekről származó eolikus üledékek. Az 1-es és 3 km-es mélységben történő részecskék leülepedését összehasonlítva azt találták, hogy a részecskék leülepedése a mélységgel fokozatosan növekszik. Az éves szerves karbon lerakódás $0,6 \text{ gm}^{-2}$ volt 1 km-es mélységben, míg 3 km-es mélységben ez az érték $0,8 \text{ gm}^{-2}$ -re emelkedett.

A Kanári-szigeteken a meleg nedves időszakok alatt tengeri teraszok és fosszilis őstalajok (meleg faunájú), míg a száraz időszakok idején mészkérgek és poligonális evaporittalajok,

valamint eolikus üledékek – köztük dűnék – képződtek (PETIT, J.R. et al. 1999). Vizsgált talajosodott üledékeink nedves időszakok, lösz és löszszerű üledékeink pedig száraz időszakok alatt képződtek.

Tengerszint ingadozás és a teraszok kora

A teraszok korának meghatározása a szigeteken az egyik legnehezebb feladat elé állítja a kutatókat, mivel a szigetek nem stabil, hanem erősen tektonikus jellegű területen fekszenek, számottevő az éves emelkedés mértéke. Az interglaciálisok és interstadiálisok legmagasabb tengerszintjeit ZAZO, C. et al. (2003) összevetette a tengeri oxigén izotóp stádiumokkal (OIS 5a [5c, 5e, 7, 11 vagy idősebb]). Az OIS 5e idején (135–117 ka) 3 tengerszint maximum következett be. A legmagasabb tengerszint idején a tengeri üledékek tartalmazták az ún. szenegáli faunát. A sziget kiemelkedésének mértéke 0,011 mm/év volt, így a tengerszint változásának mértéke ezen értéke kalkulációja alapján az OIS 5e alatt 2 m lehetett.



12. kép: Tengerszint ingadozások nyomai az Anaga-hegység É-i részén (Fotó: Schweitzer F.)

A teraszok fejlődését erős tektonikus mozgás határozta meg. A teraszok jelentős része a felső- és a középső-pleisztocénben keletkezett. A *Cladocora caespitosa* korall egyik rétegében található *Strombus bubonius* meleg fauna az OIS 7 korú (HILLAIRE-MARCEL, C. et al. 1986); GOY, J.L. et al. (1986a, b; ZAZO, C.–GOY, J.L. 1989. CHAPPELL, J. és SHACKLETON, N.J. (1986) ezt a tengerszint emelkedést 15 m-ben, ROY, P.S. et al. (1996) 2–4 m-ben (a stabil D-Ausztráliában) határozta meg. HEARTY, P.J. és KINDLER, P. (1995) ezt a változást 2,5 m (OIS 7a) és ≤ 0 m-ben (OIS 7c) határozta meg a Bahamákon.

OIS 9 vagy OIS 11 korúak a következő magas tengerszintek meleg faunái. Az OIS 11 (420–360 ka) volt a leghosszabb és legmelegebb interglaciális az utóbbi fél millió évben (DROXLER, A.W.–FARRELL, J.W. 2000). Meleg faunáját Chilében írták le (ORTLIEB, L. et al. 1996). Ezen idő alatt a tengerszint emelkedés a stabil D-Ausztráliában (MURRAY-WALLACE, C.V. et al. 2001) és a Bahama szigeteken HEARTY, P.J. et al. (1999) 17 m volt.

Tenerife szigetén (Igueste, TF 97–13) a meleg tengeri fauna (*Strombus bubonius*) kora OIS 5e (ZAZO, C. et al. 2003, tengerszint változás: Om).

Az Anaga hegységben a fosszilis part kora OIS 5e (≈ 130 ka), Igueste de San Andrés-nál OIS 5e (~ 131 ka). A *Strombus bubonius* a Kanári-szigeteken az utolsó interglaciális időszakban OIS 5e (MECO, J. et al. 2002, TALAVERA, F.G. et al. 1989 és ZAZO, C. et al. 2003b) a fosszilis partokat OIS 5-nek írja le és 1–2 m-es szintváltozást jelez (pl. *poque de las Bodegas*).

Az emelkedés mértéke (a tengerszint görbe a jelenlegi szinthez képest): El Medano 1,5 m, É-Anaga 10,5 m (12. kép, OIS 5e), Igueste de San Andrés 2,8 m, Playa de Gordejuela 18,5 m (540–690 ka), Montana Pelada 35 m, < 778 ka.

Eredmények

A tanulmány paraméterértékekkel jellemzi a 2-2,5 Ma éves fonolit láván kialakult őstalajt, az ignimbrites sorozat feletti, alkáli bazalt láván lévő talajosodott üledékeket, a 3 ignimbrites alapkőzetén kialakult üledéksort és a fedő 2 talajosodott, alkáli bazalt lávát tartalmazó – köztük tufás, breccsás rétegekkel –réteget. A talaj és a talajosodott üledékeken kívül a kapott értékek alapján a kutatás le tud írni egy löszréteget az alsó alkáli bazalton kialakult talajosodott üledéken, továbbá 3 löszösödő üledéket a felszínen elmállott, átalakult és szaharai porral kevert felszíneken. Megállapította, hogy a löszös üledékek jelentős része lejtőüledék, kolluviális folyamatok alakították tovább, így megnevezésükre a leghelyesebb kifejezés a kolluviális löszszerű üledékek. A kutatás számos üledékhiátust állapított meg, igazolta a mészkérgeket és száraz, poligonális talajokat, amelyek a glaciálisok idején keletkeztek és teraszokat, valamint őstalajokat, amelyek az interglaciálisok termékei. Az arid időszakban keletkezett mészkérgek közül legvastagabbak a II. és a III. löszös réteg alattiak. Az őstalaj feletti vizsgált üledéksor kora < 1 Ma.

Irodalomjegyzék

- ALONSO, J.J. – ARAÑA, V. – MARTÍ, J. 1988: La ignimbrita de Arico (Tenerife). Mecanismos de emission y de emplazamiento. – *Rev. Soc. Espana.* 1. pp. 15–25.
- ANCOCHEA, E. – FÚSTER, J.M. – IBARROLA, E. – CENDRERO, A. – COELLO, J. – HERMAN, F. – CANTAGREL, J.M. – JAMOND, C. 1990: Volcanic evolution of the Island of Tenerife (Canary Islands) in the light of new K–Ar data. – *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 44. pp. 231–249.
- ANCOCHEA, E. – HUERTAS, M.J. – CANTAGREL, J.M. – COELLO, J. – FÚSTER, J.M. – ARNAUD, N. – IBARROLA, E. 1999: Evolution of the Cañadas edifice and its implications for the origin of the Cañadas caldera (Tenerife, Canary Islands). – *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 88. pp. 177–199.
- BOZZANO, G. – KUHLMANN, H. – ALONSO, B. 2002: Storminess control over African dust input to the Moroccan Atlantic margin (NW Africa) at the time of maxima boreal summer insolation: a record of the last 220 kyr. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 183. pp. 155–168.
- BROWN, R.J. – BARRY, T.L. – BRANNEY, M.J. – PRINGLE, M.S. – BRYAN, S.E. 2003: The Quaternary pyroclastic succession of southern Tenerife, Canary Islands: explosive eruptions, related subsidence and sector collapse. – *Geological Magazine* 140. pp. 265–288.
- BRYAN, S.E. – MARTÍ, J. – CAS, R.A.F. 1998: Stratigraphy of the Bandas del Sur Formation: an extracaldera record of Quaternary phonolitic explosive eruptions from the Las Cañadas edifice, Tenerife (Canary Islands). – *Geological Magazine* 133. pp. 605–636.
- CARRACEDO, J.C. – PÉREZ-TORRADO, F.J. – ANCOCHEA, E. – MECO, J. – HERNÁN, F. – CUBAS, C.R. – CASILLAS, R., – RODRÍGUEZ-BADIOLA, E. – AHUJADO, A. 2002: Cenozoic volcanism II. The Canary Islands. – In: GIBBONS, W. – MORENO, T. (eds.): *The Geology of Spain*. The Geological Society of London, London. pp. 439–472.
- CHAPPELL, J. – SHACKLETON, N.J. 1986: Oxygen isotopes and sea level. – *Nature* 324. pp. 137–140.
- CRIADO, C. – DORTA, P. 2003: An unusual blood rain over canary islands (Spain). The storm of january 1999. –

- Journal of Arid Environments 55. pp. 765–783.
- DROXLER, A.W. – FARRELL, J.W. 2000: Marine isotope stage 11 (MIS 11): new insights for a warm future. – *Global and Planetary Change* 24. pp. 1–5.
- FOLK, R.L. – WARD, W.C. 1957: Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. – *Journal of Sedimentary Petrology* 27. pp. 3–26.
- FRITSCH, K. – REISS, W. 1868: Geologische beschreibung der Insel. Winterthur, Verlag von Wurster & Co., Tenerife. 494 p.
- GOY, J.L. – ZAZO, C. – DABRIO, C.J. – HILLARIE-MARCEL, C. 1986: Evolution des systèmes lagons-îles Barrière du Tyrrhénien a l'actualité à Campo de Dalías (Almería, Espagne). – Paris, Edit. Ostrom. Coll. Trav. Doc. 137. pp. 169–171.
- GOY, J.L. – ZAZO, C. – HILLARIE-MARCEL, C., – CAUSSE, C. 1986: Stratigraphie et chronologie (U/Th) du Tyrrhénien de SE de l'Espagne. – *Z. Geomorphol.* 62. pp. 71–82.
- HEARTY, P.J. – KINDLER, P. 1995: Sea-level high-stand chronology from stable carbonate platforms (Bermuda and the Bahamas). – *Journal of Coastal Research* 11. (3): pp. 675–689.
- HEARTY, P.J. – KINDLER, P. – CHENG, H. – EDWARDS, R.L. 1999: A + 20m middle Pleistocene sea-level highstand (Bermuda and the Bahamas) due to partial collapse of Antarctic ice. – *Geology* 27. pp. 375–378.
- HESS, P.C. 1992: Phase equilibria constraints on the origin of ocean floor basalts. – In: PHIPPS-MORGAN, J. – BLACKMAN, D.K. – SINTON, J.M. (eds.): *Mantle Flow and Melt Generation at Mid-Ocean Ridges*. American Geophysical Union, pp. 67–102.
- HILLARIE-MARCEL, C. – CARRO, O. – CAUSSE, C. – GOY, J.L. – ZAZO, C. 1986: Th/U dating of *Strombus bubonius* bearing marine terraces in southeastern Spain. – *Geology* 14. pp. 613–616.
- HUERTAS, M.J. – ARNAUD, N.O. – ANCOCHEA, E. – CANTAGREL, J.M. – FÚSTER, J.M. 2002: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ stratigraphy of pyroclastic units from the Cañadas Volcanic Edifice (Tenerife, Canary Islands) and their bearing on the structural evolution. – *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 115. pp. 351–365.
- KOOPMANN, B. 1981: Sedimentation von Saharastaub im subtropischen Nordatlantic während der letzten 25 000 Jahre. – *Meteor Forschungsergebnisse C/35*. pp. 23–59.
- MARTÍ, J. – MITJAVILA, J. – ARAÑA, V., 1994: Stratigraphy, structure and geochronology of the Las Cañadas caldera (Tenerife, Canary Islands). – *Geological Magazine*. 131. pp. 715–727.
- MECO, J. – GUILLOU, H. – CARRACEDO, J.C., – LOMOSCHITZ, A. – RAMOS, A.J.G. – RODRIGUEZ-YANEZ, J.J. 2002: The maximum warmings of the Pleistocene world climate recorded in the Canary Islands. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 185. (1–2): 197–210.
- MENÉNDEZ, I. – CABRERA, L. – SÁNCHEZ-PÉREZ, I. – MANGAS, J. – ALONSO, I. 2009: Characterisation of two fluvio-lacustrine loessoid deposits on the island of Gran Canaria, Canary Islands. – *Quaternary International* 196. pp. 36–43.
- MENÉNDEZ, I. – DÍAZ-HERNÁNDEZ, J.L. – MANGAS, J. – ALONSO, I. – SÁNCHEZ-SOTO, P.J. 2007: Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). – *Journal Arid Environments* 71. pp. 57–81.
- MURRAY-WALLACE, C.V. – BROOKE, B.P. – CANN, J.H. – BELPEIRO, A.P. – BOURMAN, R.P. 2001: Whole-rock aminostratigraphy of the Coorong Coastal Plain, South Australia: towards a one million year record of sea-level highstands. – *Journal of the Geological Society of London* 158. pp. 111–124.
- NEUER, S. – RATMEYER, V. – DAVENPORT, R. – FISCHER, G. – WEFER, G., 1997: Deep water particle flux in the Canary Islands region: seasonal trends in relation to long-term satellite derived pigment data and lateral sources. – *Deep-Sea Research* 44 (8): 1451–1466.
- ORTIZ, J.E. – TORRES, T. – YANES, Y. – CASTILLO, C. – DE LA NUEZ, J. – IBÁÑEZ, M. – ALONSO, M.R. 2006: Climatic cycles inferred from the aminostratigraphy and aminochronology of Quaternary dunes and paleosols from the eastern islands of the Canary Archipelago. – *Journal of Quaternary Science* 21. pp. 287–306.
- ORTLIEB, L. – HILLARIE-MARCEL, C. – GHALEB, B. – GOY, J.L. – ZAZO, C. – DÍAZ, A. – GUZMAN, N. 1996: Was Isotopic stage 11 the warmest Interglacial Episode? Eastern Pacific Marine Terrace data. – 5th Annual CLIP Meeting, Punta Cardon, Paraguana, state of Flacon, Abstracts Volume, pp. 22–23.
- PETIT, J.R. – JOUZEL, J. – RAYNAUD, D. – BARKOV, N.I. – BARNOLA, J.-M. – BASILE, I. – BENDER, M. – CHAPPELLAZ, J. – DAVIS, M. – DELAYGUE, G. – DELMOTTE, M. – KOTLYAKOV, V.M. – LEGRAND, M., LIPENKOV, V.Y. – LORUS, C. – PÉPIN, L. – RITZ, C. – SALTZMAN, E. – STIEVENARD, M. 1999: Climatic and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core, Antarctica. – *Nature* 399. pp. 429–436.
- RIDLEY, W.I. 1971: The Origin of some collapse structures in the Canary Islands. – *Geological Magazine* 108. pp. 477–484.
- RODEHORST, U. – SCHMINCKE, H.-U. – SUMITA, M. 1998: Geochemistry and petrology of Pleistocene ash layers erupted at Las Cañadas edifice (Tenerife). – *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 157. pp. 315–328.

- ROY, P.S. – BOYD, R. 1996: Quaternary geology of Southeast Australia: a tectonically stable, wave-dominated, sediment-deficient margin. – IGCP project 367. Field guide to the central New South Wales coast. Sidney, Geological Survey of New South Wales, Department of Mineral Resources, 174 p.
- SCHMINCKE, H.-U. 1976: The geology of the Canary Islands. – In: KUNKEL, G. (ed.): Biogeography and ecology in the Canary Islands. The Hague, Dr. W. Junk Publisher. pp. 67–184.
- SCHMINCKE, H.-U. – SWANSON, D.A. 1967: Ignimbrite origin of Eutaxites from Tenerife. Neues Jahrb. – Geol. Paleontol. Monatshefte 11. pp. 700–703.
- TALAVERA, F.G. – PAREDES, R. – MARTIN, M. 1989: Catálogo-Inventario: yacimientos paleontológicos. – Provincia de Santa Cruz de Tenerife, Instituto de Estudios Canarios La Laguna-Tenerife.
- TRASK, P.D. 1932: Origin and Environment of Source Sediments of Petroleum. – Houston, Texas, 323 p.
- VIÑUELA, J.M. <http://www.mantleplumes.org/Canary.html>
- VON SUCHODOLETZ H. – KÜHN, P. – HAMBACH, U. – DIETZE, M. – ZÖLLER, L. – FAUST, D. 2009: Loess-like and palaeosol sediments from Lanzarote (Canary Islands, Spain). Indicators of palaeoenvironmental change during the Late Quaternary. – Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 278. pp. 71–87.
- WALKER, G.P.L. 1990: Geology and vulcanology of the Hawaiian Island. – Pacific Sc. 44. pp. 315–374.
- ZAZO, C. – GOY, J.L. 1989: Sea level changes in the Iberian Peninsula during the last 200 000 years. – In: SCOTT, D. – PIRAZZOLI, P. – HONINGA, G. (eds.): Late Quaternary correlations and applications. Dordrecht, Kluwer Academic 256. pp. 27–39.
- ZAZO, C. – GOY, J.L. – DABRIO, C. J. – BARDAJI, T. – HILLAIRES-MARCEL, C. – GHALEB, B. – GONZÁLEZ-DELGADO, J.Á. – SOLER, V. 2003: Pleistocene raised marine terraces of the Spanish Mediterranean and Atlantic Coasts: records of coastal uplift, sea-level highstands and climate changes. – Marine Geology 194. pp. 103–133.
- ZAZO, C. – GOY, J.L. – HILLAIRES-MARCEL, C. – GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. – SOLER, V. – GHALEB, B. – DABRIO, C. J. 2003: Registro de los cambios del nivel del mar durante el cuaternario en las Islas Canarias occidentales (Tenerife y La Palma). – Estudios Geológicos 59. pp. 133–144.